

自 动 元 件 設 計 指 导

Д. И. 阿盖依金, С. П. 哥洛索夫, Н. П. 烏达洛夫著

國防工業出版社

自动元件設計指導

Д. И. 阿盖依金、С. П. 哥洛索夫、Н. П. 烏达格夫著

施仁宇譯



国防工业出版社

內容簡介

本書敘述了最常用之自动元件（磁放大器、电磁式繼电器、电子定时繼电器等）的計算原理和設計方法。列举了典型的課程設計任务書及其設計方法指示。

本書由苏联高等教育部所屬荣膺列宁勛章之莫斯科奥尔忠尼啓則航空学院規定为課程設計參考資料。

本書供高等学校电机系学生作为进行“自动与远动装置之元件”課程設計之參考資料。

苏联 Д. И. Агейкин, С. П. Колосов, Н. П. Удалов 著
‘Руководство по проектированию элементов автоматики’
(Оборонгиз 1957 年第一版)

*

國防工業出版社

北京市書刊出版业營業許可証出字第 074 号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 5 $\frac{1}{16}$ 106 千字

1959 年 3 月第一版

1959 年 3 月第一次印刷

印数：0,001—3,100 册 定价：(11)0.80 元

NO. 2690

目 录

序 言	4
第一章 直流电磁式继电器	7
第二章 电子继电器	23
第三章 电气校正装置	38
第四章 磁放大器	59
第五章 测量位移和应力之电感式发送器和 感应式发送器	86
第六章 半导体热敏电阻装置的計算	100
第七章 双金属片温度继电器和发送器	118
第八章 高频小功率电力变压器的計算	123
附录: 1. 作课程設計之一般指示	128
2. 进行课程設計教学法的指示	132
3. 课程設計典型技术任务書	135

自动元件设计指导

Д. И. 阿盖依金、С. П. 哥洛索夫、Н. П. 烏达格夫著

施仁宇译



国防工业出版社

內容簡介

本書敘述了最常用之自动元件（磁放大器、电磁式繼电器、电子定时繼电器等）的計算原理和設計方法。列举了典型的課程設計任务書及其設計方法指示。

本書由苏联高等教育部所屬荣膺列宁勛章之莫斯科奥尔忠尼啓則航空学院規定为課程設計參考資料。

本書供高等学校电机系学生作为进行“自动与远动装置之元件”課程設計之參考資料。

苏联 Д. И. Агейкин, С. П. Колосов, Н. П. Удалов 著
‘Руководство по проектированию элементов автоматики’
(Оборонгиз 1957 年第一版)

*

國防工業出版社

北京市書刊出版业營業許可証出字第 074 号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 5 $\frac{1}{16}$ 106 千字

1959 年 3 月第一版

1959 年 3 月第一次印刷

印数：0,001—3,100 册 定价：(11)0.80 元

NO. 2690

目 录

序 言	4
第一章 直流电磁式继电器	7
第二章 电子继电器	23
第三章 电气校正装置	38
第四章 磁放大器	59
第五章 测量位移和应力之电感式发送器和 感应式发送器	86
第六章 半导体热敏电阻装置的計算	100
第七章 双金属片温度继电器和发送器	118
第八章 高频小功率电力变压器的計算	123
附录: 1. 作课程設計之一般指示	128
2. 进行课程設計教学法的指示	132
3. 课程設計典型技术任务書	135

序 言

在1955年批准的航空学院仪器制造专业的新教学计划中，将“航空自动装置元件”课程的作业全部改为在教师指导下由学生独立完成的课程设计。这无疑对学生的学习起积极作用并且提高学生对教材的消化质量。与此同时，这样的变更也就需要编出特殊的课程设计指导书。根据作者们的意见，这样的参考材料只应该包括不排挤学生创造性的方向性的指示，使学生掌握使用现有参考书、手册和图书卡片等的必需技能。

完善的“指导书”应该包罗课程所讲过的自动装置全部主要元件。所以计划将它分为数册，它们在编写好后陆续出版。

应该指出的，本课程设计是第一个专业课程的设计。因而在本“指导书”中所叙述的计算方法在许多情况下是非常简略的，以祈达到明了被设计装置之工作原理的目的。

作查询之用而载出的各种材料的曲线和特性只在作课程设计时才能使用。这是因为所介绍材料的牌号已经陈旧，或者数据不够准确。

在本“指导书”第一分册中包括下列设计的方法指导：直流电磁式继电器、电子继电器、校正装置、磁放大器、位移和应力的感应式发送器、半导体热敏电阻装置及热敏双金属片元件等。除此以外，还有组织课程设计的某些参考方法以及与设计有关的为学生准备的科学研究工作。在本书中还给出了提供设计指导教师参考的设计任务书的各方案。

在“指導書”第二分冊中將包括極化繼電器、繼電器式放大器、加速度發送器、開流管放大器、相敏放大器、氣動放大器及液壓放大器。此外，還有作為執行元件的電磁離合器。個別文章還指定要選擇電磁裝置的最佳尺寸。

準備出版下列各種圖冊作為本設計指導書的補充材料：典型綫路圖、結構圖、元件的特性以及某些材料和零件的特性。

由於在“指導書”中是否需要加入數字計算例子，到目前還是一個值得商討的問題，所以在这第一分冊中沒有這樣的例子。如果以後認為加入數字例子是比較合適的話，那末在下一分冊中將補上這些缺頁。

在編寫“指導書”時，作者們循照了B. C. 索斯哥夫著的書中所敘述的設計方法（他現在莫斯科航空學院擔任“自動與運動裝置元件”的課程），這是因為考慮到課程的內容將按B. C. 索斯哥夫所指的方向繼續發展的緣故。“指導書”第一分冊引用的所有材料在相當程度上是綜合了從1952年以來本教研室的課程設計經驗，而這些工作是有本書作者參加的。電子繼電器、校正裝置、雙金屬片溫度繼電器和發送器等章由C. П. 哥洛索夫編寫；磁放大器、電磁式繼電器及半導體熱敏電阻裝置之設計問題由H. П. 烏達洛夫編寫，他並且寫出了課程設計一般指導及課程設計教學法指示；Д. И. 阿蓋依金編寫感應式發送器一章。

作者非常感謝本書的評閱者：科學技術付博士B. П. 米洛夫索洛夫和科學技術副博士Г. H. 巴拉薩諾夫，他們對本書的內容提供了寶貴的意見。作者並感謝B. П. 米洛夫索洛夫，他供給了很多補充資料，這些資料都已放入本書之中。

第一章 直流电磁式继电器

1. 1 引言

目前已經有很多書籍詳細叙述了有关电磁式继电器的理論、計算和設計等問題。但是当学生着手进行課程設計的时候，常常在选择所需的参考書上或在本身設計中碰到很多困难。

在本書中叙述了直流电磁式继电器的設計步驟，并举出了近似計算方案中的一个草案。由于本書乃是已向学生講授过課程的补充材料，所以所述继电器各部件的計算方法不再作理論的闡述。在必要的地方給出了引用的参考書，它們的目录載在每章之后。

应该指出，下面列举的設計方法在設計时不一定非采用不可。相反地，倒希望学生能独立分析所有現有的計算和設計方法，并将它們运用到自己的設計工作中去。可以建議用不同的方法重复进行計算，以便判断所得結果的准确度。

1. 2 选择結構方案和作出簡圖

在着手設計之前，必須先从参考書●中熟悉继电器的現有結構，并从其中选择一种最能符合設計任务書所規定的技术要求的結構。

选择继电器应该有充分的根据，必須先分析所研究結構的优点和缺点。为了达到这个目的，最好能作出一份具有被

● Министерство промышленности средств связи СССР. Бюро технической информации. Каталог на новые реле для устройств связи и сигнализации, 1950.

研究繼電器簡圖主要參數和特性的表格。

根據選擇好的結構就可作出被設計繼電器的結構簡圖。這時候應該盡量使用原標準型的圖形，只有在實際中需要更動時，才不採用它。

結構簡圖以 1:1 或 10:1 的比例作在坐標紙或方格紙上，並且標明繼電器主要尺寸的通常採用的對比關係[⊙]。

1. 3 觸點組的計算

觸點的形狀、尺寸和材料是按照繼電器執行電路的最大電流來選擇的[⊙]。對於銀質觸點。可以利用表 1. 1 所載的數值選取它的尺寸[⊙]。

觸點應力的選擇是根據工業上所積累的經驗和根據觸點

表 1.1

容許電流 I (安·培)	觸點尺寸	
	直徑 d (毫米)	高度 h (毫米)
1 以下	1.5~3	1.0
1~5	3~5	1.5
5~10	5~8	2.0

⊙ Ф. А. Ступель. Расчет и конструкция электромагнитных реле. Госэнергоиздат. 1950.

⊙ Б. С. Сотсков. Основы расчета и проектирования элементов автоматических и телемеханических устройств. Госэнергоиздат. 1953, стр. 143.

⊙ В. М. Шляндин. Элементы автоматики и телемеханики. Оборонгиз. 1952.

的材料。

触点应力的数值范围可以参考表 1. 2 所示的数据。

表 1.2

繼 电 器 型 式	触 点 应 力 (克)
高灵敏度继电器	0.1~2.0
灵敏继电器(保护用继电器及极化继电器)	5~10
中间继电器及电话继电器	20~30
自动装置用继电器	50~100
具有钨质触点或陶瓷合金触点之继电器	100~350(不低于80克)

接触电阻 R_k 按下式计算:

$$R_k = \frac{a_0}{P_k b_0},$$

式中 P_k ——应力 (克);

$$\left. \begin{array}{l} a_0 = 0.06 \\ b_0 = 0.5 \end{array} \right\} \text{ (对于点接触之银触点而言) }.$$

对于其它材料, 系数 a_0 和 b_0 的数值可从 Б. С. 索斯哥夫所著的书中第 148 页找到。

在应力已选定的条件下, 接触电阻也可以用相应的实验设备以实验方法求得。

长期接通时触点的温升 $\theta_{\text{доп}}$ 可以根据稳定状态下的热平衡方程式求得:

$$I^2 R_k = (\mu S + \beta) \theta_{\text{уст}},$$

式中 μ ——散热系数;

S ——触点面积;

β ——将触点支持在继电器体的零件的导热系数。

稳定温升 $\theta_{\text{уст}}$ 的数值不应该超过温升的某一容许值 $\theta_{\text{доп}}$

$\approx 60^\circ\text{C}$ 。但是在各种不同的具体情况下，它的数值应该根据所选择的材料和周围介质最高温度 θ_0 作依据，这是因为触点的温度乃是

$$\theta_{\text{КОНТ}} = \theta_0 + \theta。$$

触点間隙 Δ (圖 1.1) 可以在研究其他类似繼电器的結構的基础上进行选择。这时，触点間隙应该滿足被設計之繼电器的絕緣所提出的要求。对于地面用及航空用繼电器的触点間隙的某些选择方法和依据可見 Л. Д. 沙契柯夫所著的書[●]。

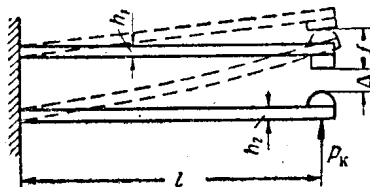


圖1.1 触点的計算。

触点彈簧的材料和尺寸 (厚度除外) 是根据結構原則选择的。

上層触点彈簧的厚度 b_1 是根据在选定的触点超程 f 下能得到需要的接触应力来选择的。触点的超程亦即是固定触点的彈簧一端的撓度，它可根据一端固定之梁的撓度公式求得：

$$f = \frac{P_K l^3}{3EI}。$$

超程 f (圖 1.1) 通常取为：

$$f = (0.8 \sim 1.5) \Delta。$$

下層触点的厚度 b_2 的选择是根据触点閉合时不产生振动，其条件为：

$$\frac{C_1}{C_2} > 0.2，$$

● Л. Д. Сачков, Конструирование радиоаппаратуры, Госэнергоиздат, 1951。

式中 C_1 ——上層触点彈簧的彈性係數；

C_2 ——下層触点彈簧的彈性係數。

如果上層彈簧和下層彈簧的材料和寬度相同，則上述的條件具有如下形式：

$$h_2 < 1.5h_1。$$

要消除閉合時触点的振動可以利用硬性支座，彈簧固定在它上面時具有一定的應力（預張力）。預張力的數值根據結構上的考慮來選擇[●]。

機械特性的作法如下（機械特性是指作用在銜鐵上的應力對銜鐵與鐵心端部間的距離 δ 的關係）：

銜鐵的全部運動路程（從最大氣隙 δ_0 至最小氣隙 δ' ）分為若干段，每段對應於一組触点彈簧投入工作。然後求出各彈簧作用在銜鐵上的應力，最後作出歸算到氣隙的應力的合成特性曲線。

1. 4 磁路系統的計算

在開始計算之前，先作出磁導體的結構圖形，並參照先前作出的繼電器結構圖修正磁導體的尺寸。

選擇磁路的材料，並從不同材料的磁化曲線上[●]作出這

● Б. С. Сотсков, Основы расчета и проектирования элементов автоматических и телемеханических устройств, Госэнергоиздат, 1953.

● Ф. А. Ступель, Расчет и конструкция электромагнитных реле, Госэнергоиздат, 1950; М. И. Витенберг, Расчет телефонных и кодовых реле, Госэнергоиздат, 1947; А. С. Займовский и В. В. Усов, Металлы и сплавы в электротехнике, Госэнергоиздат, 1949.

材料的磁化曲綫（圖 1.2 中之曲綫 a ）。

磁路系統的計算步驟如下：

作出等值磁化曲綫。為了能用圖解法進行計算，必須先將磁導體中各部分的磁化曲綫（磁軛、銜鐵、非工作氣隙）歸算到鐵心。

a) 在作原始曲綫的圖上作出歸算到鐵心上磁軛的磁化曲綫（圖 1.2 中之曲綫 b ）。

這曲綫上點的坐標值按下列公式計算：

$$H'_a = H_a \frac{l_a}{l_c}; \quad B'_a = B_a \frac{s_a}{s_c},$$

式中 H_a, B_a ——磁導體的磁化曲綫上點的坐標值；

l_a ——磁軛的長度；

l_c ——鐵心的長度。

如果磁軛具有不同截面積的數個部分，則應該分段作等效磁化曲綫。

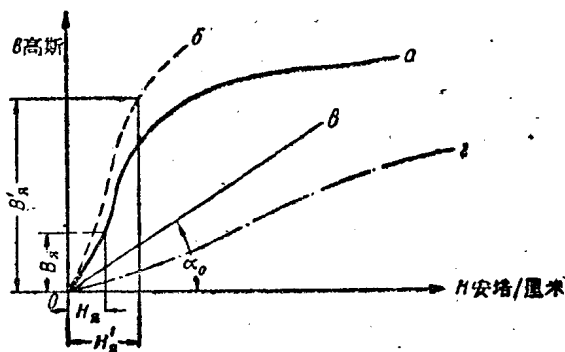


圖 1.2 作等效磁化曲綫。

6) 作非工作氣隙的“綫性”磁化曲綫，即圖 1.2 中的直綫 θ （非工作氣隙在導體各零件的接合處均存在，它大

約占 0.05 毫米。除此之外，由于鉄質零件上的鍍鋅層也形成了这样的气隙，每零件上它約占 15 微米）。

綫性磁化曲綫的角度为 α_0 ：

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{G_H}{S_c} l_c \frac{n_H}{n_B},$$

式中 G_H ——非工作气隙的导磁率；

n_H ——磁場强度 H 的坐标軸的尺标；

n_B ——磁通密度 B 的坐标軸的尺标。

Б) 将各导磁部分磁化曲綫的横坐标值相加，就可得到全部导磁体的等值磁化曲綫（圖 1.2 中的曲綫 1）。

根据給定的磁通量求出磁动势。

а) 根据机械特性（見圖 1.3）求出能使銜鉄起动的所需的牵引力：

$$P_{\text{э}0} = P_{M0}$$

式中 P_{M0} ——当銜鉄与鉄心間的气隙最大时的机械牵引力。

6) 按照麦克斯韋公式

$$P_{\text{э}} = \frac{B^2 S_B}{5000^2},$$

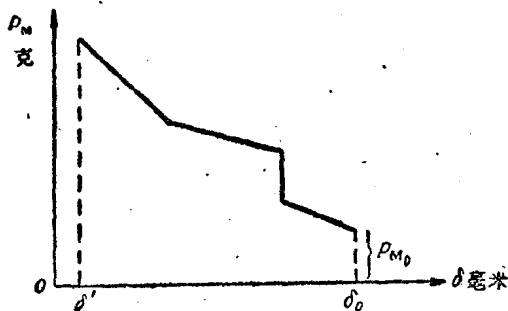


圖 1.3 电磁式繼电器的机械特性。